

## PENGAMBILAN CHROM PADA LIMBAH ELEKTROPLATING

**Firda Herlina**

*Departement Teknik Mesin Universitas Islam Kalimantan, Banjarmasin*  
E-mail: [tanyafirda@gmail.com](mailto:tanyafirda@gmail.com)

### **Abstract**

*Tanning industry wastewater including liquid waste requires special care because the rest of the ingredients Tanning perishable and the amount of metal ions that can cause pollution and danger to living things. Electrocoagulation process has been evaluated as an alternative technology to reduce the concentration of chromium from Tanning effluent. Electrocoagulation performed in a batch stirred by using a pair of metal electrodes with dimensions of technical 100-25-0.5mm. By variation of the length of time from 15 minutes to stirring 75 min, the variation speed of 120 rpm stirring to 600 rpm, and the variation of the degree of acidity of 4-8. The results showed that the concentration of chromium in the waste water can be reduced by using electrocoagulation of 2435.714 mg/L to 2.84 mg/L.*

*Keywords : Electrocoagulation , Electroplating Waste Water.*

### **1. Pendahuluan**

Perkembangan dunia bidang industri elektroplating di Indonesia semakin pesat maka semakin meningkat pula limbah yang dihasilkan industri tersebut. Termasuk limbah cair yang harus ditangani secara khusus karena kandungan bahan sisa elektroplating mudah busuk dan ion-ion logam yang terkandung dapat menyebabkan pencemaran yang dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup. Oleh karena itu dicari alternatif lain untuk mengatasinya, yaitu dengan penerapan teknologi berupa elektrokoagulasi yang diharapkan lebih cepat untuk mengolah limbah cair tersebut.

Industri elektroplating merupakan salah satu industri yang menghasilkan air limbah dengan bahan pencemar yang cukup tinggi, karena itu banyak Negara maju melarang / mempersulit industri tersebut dan mendorong agar kegiatan elektroplating dilakukan di Negara berkembang.

Limbah yang dihasilkan oleh industri elektroplating amat kompleks. Selain itu akibat dari kemajuan teknologi elektroplating adalah telah terjadinya transformasi produksi dari samak nabati ke samak krom sehingga menambah beban limbah yang dihasilkan oleh industri elektroplating.

Dari proses elektroplating secara garis besar limbah industri elektroplating dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Limbah Cair
2. Limbah Padat
3. Limbah Gas

Penelitian yang menggunakan metode elektrokoagulasi ini bertujuan untuk menurunkan kadar krom yang terkandung dalam limbah cair elektroplating dengan variabel yang digunakan adalah lama waktu pengadukan, kecepatan pengadukan, dan derajat keasaman (pH). Kebanyakan limbah cair industri elektroplating mengandung krom jauh di atas nilai ambang batas untuk krom. Maka dari itu dilakukan usaha pengurangan kadar krom dalam limbah cair industri elektroplating dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.

Manfaat yang diharapkan dari pemisahan  $\text{Cr}^{3+}$  dari limbah cair elektroplating dengan cara elektrokoagulasi antara lain :

1. Pencemaran lingkungan oleh limbah elektroplating berkurang,
  2. Diperoleh  $\text{Cr}^{3+}$  dalam keadaan murni,
  3. Mengetahui besarnya kadar kandungan krom dalam limbah,
  4. Bisa menambah wawasan mahasiswa tentang bahaya limbah yang mengandung logam berat dan bagaimana cara mengatasinya.
- 
1. Semakin tinggi derajat keasaman maka pengurangan krom dalam limbah semakin tinggi.
  2. Semakin lama waktu pengadukan maka pengurangan krom dalam limbah semakin tinggi.
  3. Semakin besar kecepatan pengadukan maka pengurangan krom dalam limbah semakin tinggi.

## **2. Tinjauan Pustaka**

Elektroplating adalah proses perubahan protein kulit mentah menjadi kulit tersamak oleh bahan penyamak, sehingga terjadi perubahan sifat fisik dari labil menjadi stabil dan tahan terhadap pengaruh lingkungan seperti tekanan fisik, cuaca, dan mikroorganisme. (Sharphose, 1983)

Limbah elektroplating dibedakan menjadi limbah padat, gas, dan padat. Setiap proses elektroplating menghasilkan limbah yang berbeda macam dan komposisinya. Sumber cemaran limbah elektroplating berasal dari kulit dan kelebihan bahan kimia yang digunakan dalam elektroplating (Winter, 1985).

Limbah elektroplating sangat bervariasi dari hari ke hari maupun dari tahapan proses penyamakan dan penyelesaian limbah cair mengandung logam berat berbahaya dan beracun terutama krom. (BBKN, 2007)

Dampak yang ditimbulkan dari limbah cair elektroplating tersebut terhadap lingkungan udara yaitu debu atau partikular krom dapat masuk ke tubuh manusia atau hewan melalui pernapasan. Debu krom yang terhisap akan masuk ke paru-paru dan diedarkan oleh darah ke seluruh bagian tubuh (bisa menyebabkan alergi). Pada batas tertentu, logam-logam hasil persenyawaan dengan krom baik dalam bentuk yang dapat larut maupun tidak, bisa menyebabkan kanker paru-paru. (BBKN, 2007)

Krom valensi ( $\text{Cr}^{6+}$ ) bersifat lebih toksis dibandingkan  $\text{Cr}^{2+}$  atau  $\text{Cr}^{3+}$ . Sedangkan nilai baku mutu untuk Cr di kebanyakan negara berkembang ialah kurang dari 2 mg/liter. (BBKN, 2007)

Elektrokoagulasi adalah suatu metode efisien yang digunakan untuk menguji berbagai jenis proses yang terdapat pada limbah tekstil, flouride, dan limbah restaurant, arsen, komponen phenol, bagian getah, limbah poliaromatik, jenis tanning (penyamakan), dan lain-lain. Elektrokoagulasi juga dapat diartikan sebagai usaha untuk memisahkan logam berat diantaranya Cr, Zn, Cu, Pb dari hasil limbah cair industri seperti penyamakan krom yang diproses dengan bahan dasar (BCS) Chrom Sulfat  $[\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4]$ . Larutan ini juga digunakan dalam elektroplating hewan dan penyamakan lokal lainnya yang mengandung krom.

Pemisahan logam  $\text{Cr}^{3+}$  dari limbah cair elektroplating secara elektrokoagulasi menggunakan besi sebagai elektroda. Dengan variabel yang dapat digunakan adalah waktu, derajat keasaman (pH) awal, konsentrasi awal  $\text{Cr}^{3+}$ , konsentrasi larutan elektrolit (misalnya Natrium Hidroksida), kecepatan pengadukan, serta densitas. (Golder, A.K, Samanta, A.N, Ray, S., 2006)

### **Pengaruh variable terhadap hasil proses elektrokoagulasi**

Menurut penelitian serupa yang telah dilakukan oleh A.K. Golder, A.N. Samanta, dan S. Ray ada 3 variabel yang paling berpengaruh terhadap hasil proses elektrokoagulasi, yaitu :

1. Pengaruh Waktu

Semakin lama waktu pengadukan, semakin banyak krom yang dapat terserap. Dan diperoleh waktu pengadukan optimum yaitu 25.5 menit.

2. Pengaruh Pengadukan

Semakin cepat pengaduk berputar, semakin banyak ion krom yang dapat terserap. Pengadukan yang optimum sebesar 450 rpm.

3. Derajat Keasaman (pH)

Pada derajat keasaman (pH) 5.0 diperoleh prosentase terbesar pengurangan kadar krom dalam limbah sebesar 90.6%

### **3. Metode Penelitian**

1. Tempat dan Waktu

1. Tempat penelitian di Laboratorium Satuan Operasi UNISKA Banjarmasin.
2. Waktu penelitian di mulai pada bulan Oktober tahun 2012

2. Alat dan Bahan

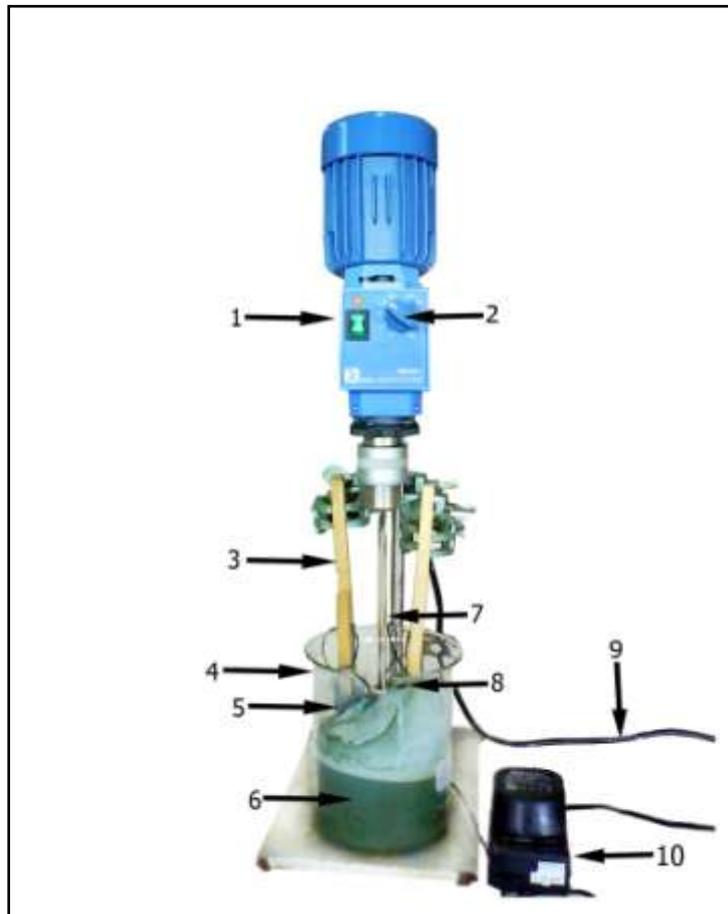
Alat :

1. Gelas beaker 1000 ml
2. Motor pengaduk
3. Adaptor
4. Timbangan digital
5. Statif
6. Penjepit kayu
7. Pipet volume 25 ml

Bahan :

1. Limbah Industri Elektroplating
2. Aquadest
3. Lempeng besi teknis dengan dimensi  $100 \times 25 \times 0.5$  mm
4. Larutan NaOH Teknis

Rangkaian alat penelitian seperti gambar berikut ini



Gambar 1. Rangkaian alat elektrolisis cairan limbah Industri Elektroplating

Keterangan gambar :

1. Motor pengaduk
2. Pengatur kecepatan pengadukan
3. Penjepit kayu
4. Tangki elektrolisis (Beaker Glass)
5. Anoda
6. Cairan limbah + aquadest
7. Batang pengaduk
8. Katoda
9. Kabel arus dan kabel penghubung sumber tegangan
10. Adaptor

### 3. Tahap Pelaksanaan Penelitian

1. Menganalisa konsentrasi krom dalam limbah.
2. Mengencerkan limbah dengan aquadest dengan perbandingan 1:1 masing-masing sebanyak 250 ml dalam beaker glass 1000 ml.
3. Memasang rangkaian alat seperti pada gambar 1 dengan jarak antar elektroda  $\pm 20$  mm.
4. Melakukan percobaan pertama dengan variasi lama waktu pengadukan antara 15-105 menit dengan rentang sebesar 15 menit.
5. Melakukan percobaan kedua dengan variasi kecepatan pengadukan antara 120-600 rpm dengan rentang sebesar 120.
6. Melakukan percobaan ketiga dengan variasi derajat keasaman (pH) antara 4-8 dengan rentang sebesar 1.
7. Menganalisis tiap-tiap variasi penelitian.

### 4. Hasil Dan Pembahasan

Dari penelitian diperoleh hasil sebagai berikut :

#### 1. Variasi lama waktu pengadukan

Variasi lama waktu pengadukan dilakukan mulai waktu 15, 30, 45, 60, 75, 90, dan 105 menit. Digunakan waktu selama 15 menit karena menurut referensi (Golder, A.K, Samanta, A.N, Ray, S., 2006) pada saat pengadukan selama 15 menit antara lapisan bening dan endapan mudah dipisahkan, sehingga mempermudah sampling.

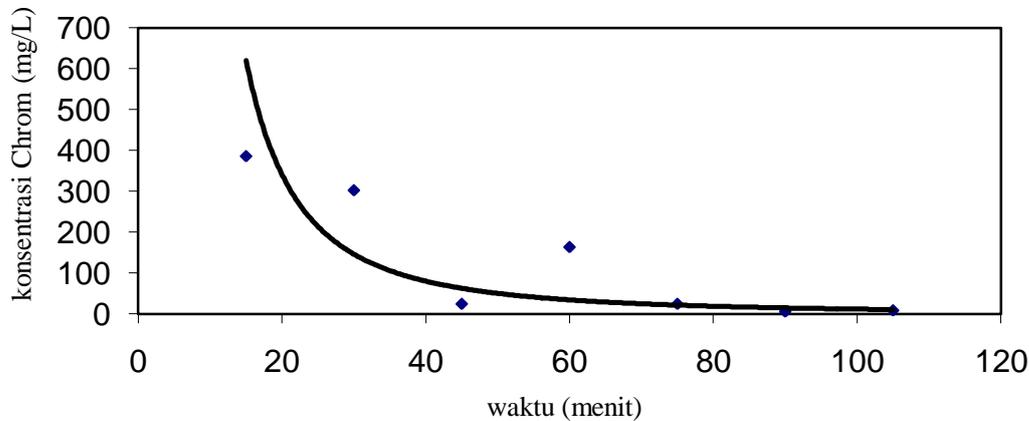
Dari penelitian diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Hubungan antara lama waktu pengadukan dengan konsentrasi Chrom

<b>Lama pengadukan (menit)</b>	<b>Konsentrasi Chrom (mg/L)</b>
15	386.111
30	302.778
45	25.000
60	163.889
75	25.000
90	6.19
105	9.05

Dari tabel di atas diperoleh grafik sebagai berikut :

Hubungan antara lamanya waktu pengadukan dengan konsentrasi Chrom



Grafik 1. Hubungan antara lamanya waktu pengadukan dengan konsentrasi Chrom

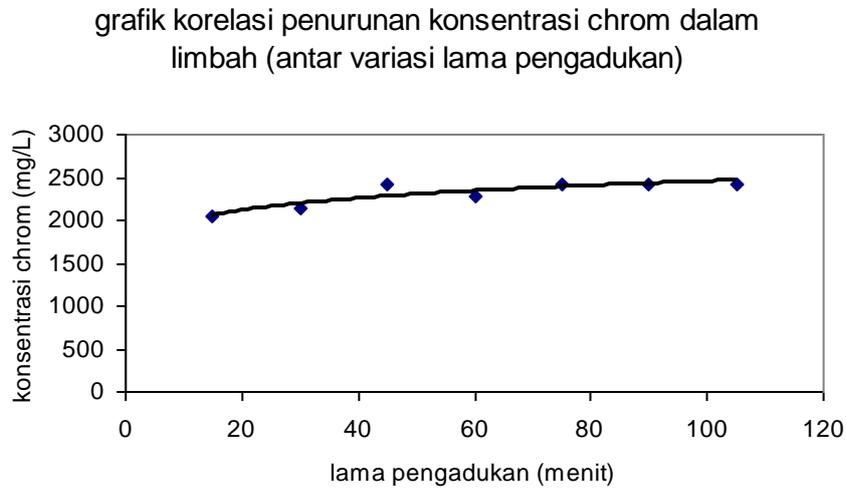
Dari grafik diketahui bahwa konsentrasi Cr yang terkandung dalam limbah setelah mengalami proses elektrokoagulasi turun seiring dengan bertambah lamanya waktu pengadukan dan suatu saat akan konstan. Semakin lama limbah di aduk maka partikel krom semakin berpeluang untuk terserap pada elektroda dan ketika luas permukaan elektroda sudah tidak dapat menyerap krom (jenuh) maka krom yang terserap akan konstan. Dari garis pendekatan diperoleh persamaan garis sebagai berikut :

$$y = 175503x^{-2.0849} \quad \text{dengan kesalahan rata-rata sebesar } 0.7163 \%$$

Tabel 2. Hubungan korelasi penurunan konsentrasi Chrom dalam limbah (antar variasi lama pengadukan)

Lama pengadukan (menit)	Konsentrasi Chrom yang terserap (mg/L)
15	2049.603
30	2132.936
45	2410.714
60	2271.825
75	2410.714
90	2429.524
105	2426.664

Dari tabel diperoleh grafik sebagai berikut :



Grafik 2. Hubungan korelasi penurunan konsentrasi Chrom dalam limbah (variasi lama pengadukan)

Dari grafik di peroleh persamaan garis yaitu  $y = 1597.6x^{0.0928}$  dengan kesalahan rata-rata sebesar 0.8238 %.

## 2. Variasi kecepatan pengadukan

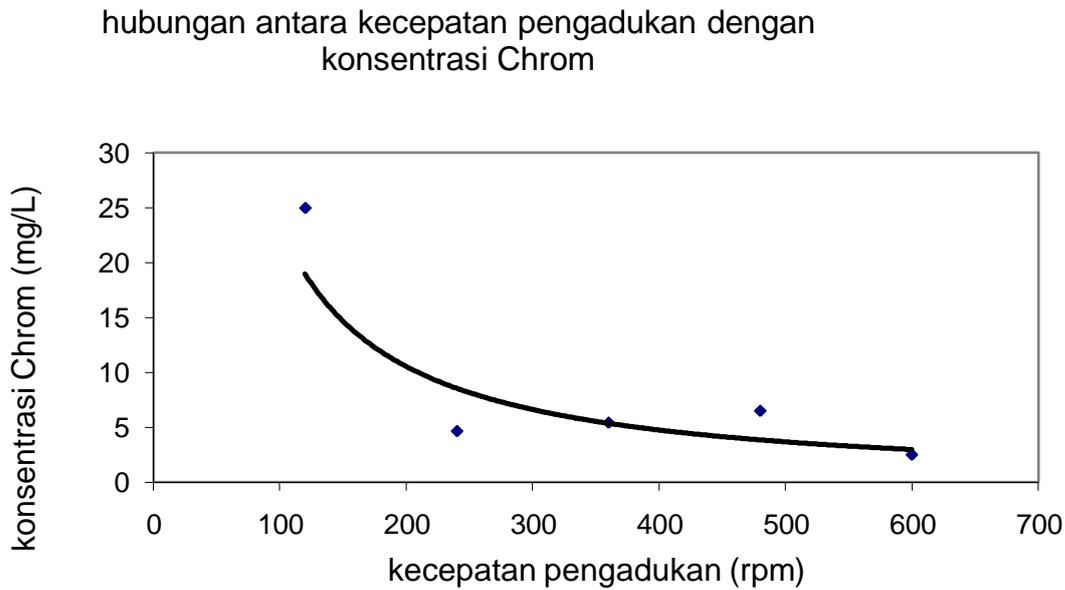
Varian kecepatan pengadukan dilakukan dari 120 rpm sampai 600 rpm dengan rentang 120. Kecepatan tersebut di pilih karena pada kecepatan di bawah 120 rpm limbah tidak teraduk dengan sempurna dan pada kecepatan di atas 600 rpm akan terbentuk vortex pada larutan.

Dari penelitian diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 3. Hubungan antara kecepatan pengadukan dengan konsentrasi Chrom

Kecepatan pengadukan (rpm)	Konsentrasi Chrom (mg/L)
120	25.000
240	4.646
360	5.415
480	6.492
600	2.492

Dari tabel di atas diperoleh grafik sebagai berikut :



Grafik 3. Hubungan antara kecepatan pengadukan dengan konsentrasi Chrom

Dari grafik dengan garis pendekatan di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan semakin tinggi kadar krom yang dapat terserap oleh elektroda. Hal ini disebabkan karena semakin cepat pengaduk berputar maka krom dalam limbah terdistribusi sempurna dalam larutan sehingga tidak terjadi pengendapan yang mengandung krom dan dapat terserap oleh elektroda. Pada suatu saat nilai krom yang terserap akan konstan karena luas permukaan elektroda sudah tidak dapat menyerap krom lagi (jenuh).

Dari garis pendekatan diperoleh persamaan garis sebagai berikut :

$$y = 4596.1x^{-1.1466} \text{ dengan kesalahan rata-rata sebesar } 0.7384 \%$$

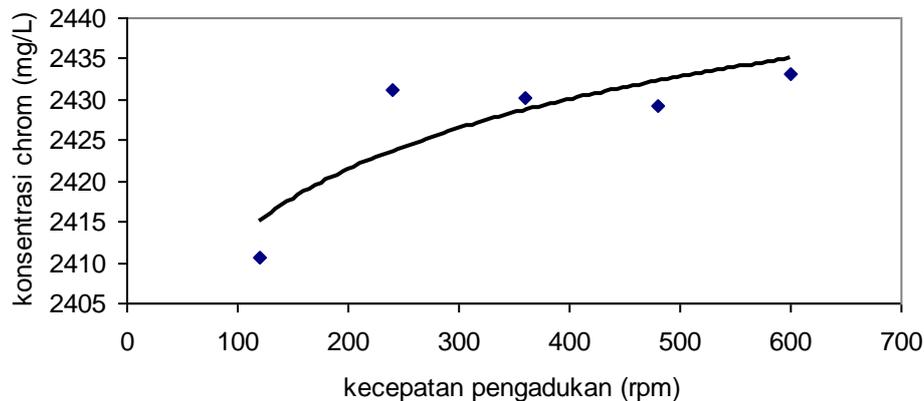
Dari data pada tabel 3 juga dapat di hitung korelasi penurunan konsentrasi krom dalam limbah tiap varian sebagai berikut :

Tabel 4. Hubungan korelasi penurunan konsentrasi Chrom dalam limbah (antar variasi kecepatan pengadukan)

Kecepatan pengadukan (rpm)	Konsentrasi Chrom yang terserap (mg/L)
120	2410.714
240	2431.068
360	2430.299
480	2429.222
600	2433.222

Dari tabel di atas diperoleh grafik sebagai berikut :

korelasi penurunan konsentrasi chrom dalam limbah (antar variasi kecepatan pengadukan)



Grafik 4. Hubungan korelasi penurunan konsentrasi Chrom dalam limbah (variasi kecepatan pengadukan)

Pada grafik dapat di lihat bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan, konsentrasi krom yang dapat terserap cukup tinggi karena limbah teraduk sangat cepat sehingga krom selalu terolak dalam limbah dan dapat di serap oleh elektroda.

Dari grafik diperoleh persamaan garis yaitu  $y = 2356.7x^{0.0051}$  dengan kesalahan sebesar 0.7357 %.

### 3. Variasi derajat keasaman (pH)

Varian derajat keasaman dilakukan pada pH 4, 5, 6, 7, dan 8. Pemakaian derajat keasaman seperti tersebut di atas adalah karena pH awal larutan limbah yang telah diencerkan dengan aquadest yang digunakan dalam penelitian memiliki pH 4 dan menurut Golder, A.K, Samanta, A.N, dan Ray, S bahwa kelarutan krom dalam limbah sangat minim apabila larutan mempunyai pH 8.5.

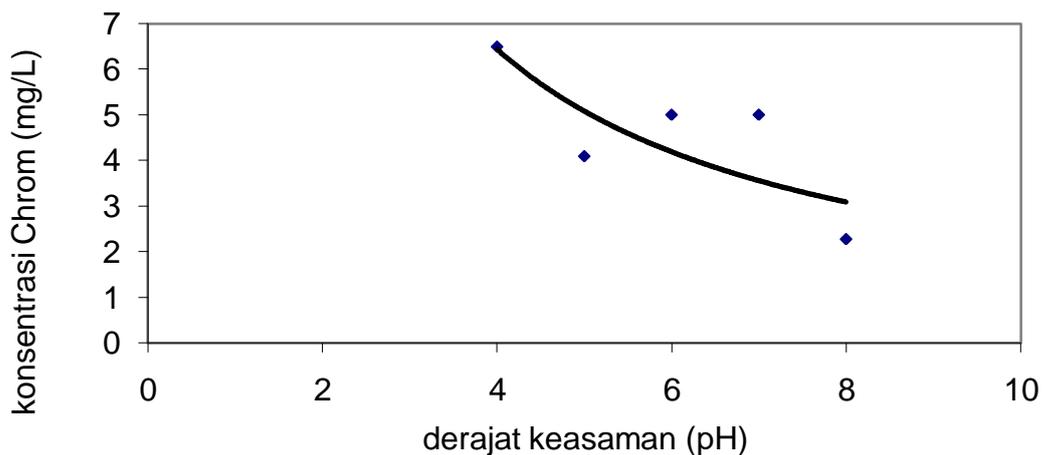
Dari penelitian diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hubungan antara derajat keasaman dengan konsentrasi Chrom

Derajat keasaman (pH)	Konsentrasi Chrom (mg/L)
4	6.492
5	4.091
6	5
7	5
8	2.273

Dari tabel di atas diperoleh grafik sebagai berikut :

Hubungan antara derajat keasaman dengan konsentrasi Chrom



Grafik 5. Hubungan antara derajat keasaman dengan konsentrasi Chrom

Dari grafik dapat diketahui bahwa pada proses elektrokoagulasi dengan kecepatan pengadukan sebesar 480 rpm dan lama pengadukan selama 75 menit, semakin tinggi

derajat keasaman semakin rendah konsentrasi krom yang tertinggal dalam limbah dan mencapai nilai konstan pada derajat keasaman 7. Hal ini disebabkan karena pada pH tersebut kelarutan krom kecil sehingga krom tidak terlarut dalam limbah dan mengendap.

Dari garis pendekatan grafik di atas diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = -0.1115x^2 + 0.5851x + 5.2976 \text{ dengan kesalahan rata-rata sebesar } 0.6105 \%$$

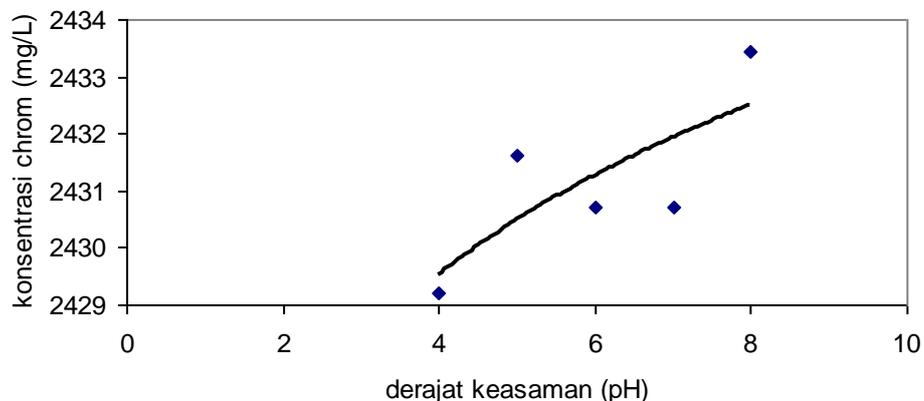
Dari data pada tabel 5 juga dapat di hitung besarnya korelasi penurunan krom dalam limbah untuk tiap varian sebagai berikut :

Tabel 6. Hubungan korelasi penurunan konsentrasi krom dalam limbah (antar variasi derajat keasaman)

Derajat Keasaman (pH)	Konsentrasi Chrom yang terserap (mg/L)
4	2429.222
5	2431.623
6	2430.714
7	2430.714
8	2433.441

Dari tabel di atas diperoleh grafik sebagai berikut :

grafik korelasi penurunan konsentrasi chrom dalam limbah (antar variasi derajat keasaman)



Grafik 6. Hubungan korelasi penurunan konsentrasi krom dalam limbah (antar variasi derajat keasaman)

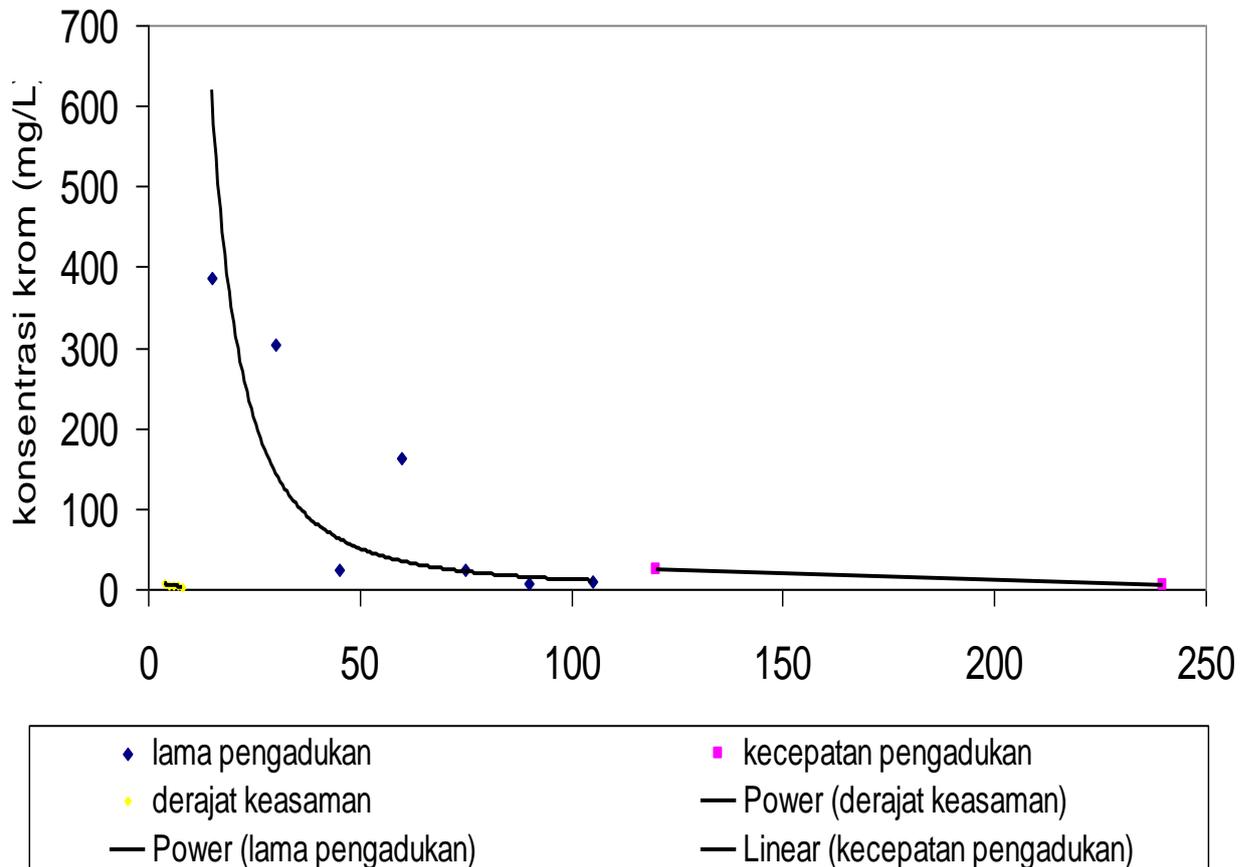
Dari grafik dapat di lihat bahwa penurunan konsentrasi krom dalam limbah untuk berbagai macam variasi derajat keasaman (pH) mengalami penurunan yang hampir sama

untuk tiap varian, semakin tinggi pH, semakin tinggi juga konsentrasi krom yang dapat terserap.

Dari grafik diperoleh persamaan garis yaitu  $y = 2423.6x^{0.0018}$  dengan kesalahan rata-rata sebesar 0.5766 %.

Dari grafik yang telah disajikan di atas untuk tiga macam variasi dapat diperoleh pengaruh ketiga variable dalam usaha pengurangan konsentrasi krom dalam limbah elektroplating dengan metode elektrokoagulasi dan dapat digambarkan dalam grafik sebagai berikut :

### grafik hubungan tiga variasi penelitian



Grafik 7. Hubungan antar tiga variable penelitian

Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai varian yang digunakan semakin kecil konsentrasi krom yang tertinggal dalam limbah dan kemudian akan mencapai nilai yang konstan, yang dijabarkan sebagai berikut :

- Variasi lama waktu pengadukan, penurunan pengurangan kadar krom dalam limbah sangat drastis dan konstan pada menit ke 60,
- Variasi kecepatan pengadukan, penurunan pengurangan kadar krom dalam limbah terjadi secara perlahan, dan
- Variasi derajat keasaman, penurunan pengurangan kadar krom dalam limbah terjadi secara perlahan.

Pada penelitian yang sama dengan beda elektroda, yakni menggunakan elektroda seng (Putri, C.E., Rohmawati, F., 2007) dan menggunakan elektroda alumunium (Kusumaningrum, M., Fragita, R., 2007), dapat diperoleh hasil perbandingan sebagai berikut

Tabel 7. Hubungan antara elektroda besi, seng, dan alumunium dengan hasil yang diperoleh untuk tiga macam variasi

Variabel	Elektroda		
	Besi	Seng	Alumunium
Lama pengadukan (menit)	75	75	75
Kecepatan pengadukan (rpm)	480	480	480
Derajat keasaman (pH)	8	8	8
Konsentrasi akhir (mg/L)	2.84	2.922	26.26

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa diantara ketiga elektroda yang digunakan, elektrokoagulasi dapat berjalan baik dengan menggunakan elektroda besi daripada menggunakan elektroda seng atau aluminium. Hal ini dapat dilihat dari konsentrasi akhir yang diperoleh, yakni sebesar 2.84 mg/L, juga karena besi dapat menghantarkan listrik lebih baik daripada seng ataupun aluminium. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan proses elektrokoagulasi lebih baik menggunakan elektroda yang mempunyai daya hantar tinggi.

## 5. Kesimpulan Dan Saran

### Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan :

1. Elektrokoagulasi bisa dijadikan sebagai alternatif untuk mengurangi kadar krom dalam limbah elektroplating.
2. Elektrokoagulasi untuk mengurangi konsentrasi krom dalam limbah dapat berjalan optimum pada pengadukan sebesar 480 rpm selama 75 menit pada pH 8, sehingga diperoleh konsentrasi krom yang tersisa dalam limbah sebesar 2.84 mg/L dari konsentrasi limbah awal sebesar 2435.714 mg/L

### Saran

Untuk penelitian dengan metode yang sama kemungkinan akan diperoleh hasil yang lebih baik apabila :

1. Digunakan elektroda yang memiliki kemurnian yang tinggi,
2. Menggunakan limbah asli, dan
3. Menambah luas permukaan elektroda.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Golder, A.K, Samanta, A.N, Ray, S., 2006, " Removal of Trivalent Chromium by Electrocoagulation ", Department of Chemical Engineering, IIT Kharagpur, India

Gunandjar, 1985, "Diktat Kuliah Spektrofotometri Serapan Atom", Badan Tenaga Atom Nasional, Yogyakarta

Johanes.H, 1978, " Listrik dan Magnet ", PT Balai Pustaka, Jakarta.

Narsito.Dr, 1992, "Dasar-dasar Spektrofotometri Serapan Atom", divisi Diklat LAKFID, UGM, Yogyakarta.

Siregar, S.A., 2005, " Instalasi Pengolahan Air Limbah ", hal. 49, Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Saranto, 2000, "Penurunan Kadar Chrom Limbah Cair Industri Dengan Elektroflokulasi", STTL, Yogyakarta.

Sears dan Zemasky, 1971, "Fisika untuk Listrik dan Magnet", terjemahan Soemirto, Penerbit Bina Citra, ITB Bandung